

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-133021

(43)Date of publication of application : 22.05.1998

(51)Int.Cl.

G02B 6/00

(21)Application number : 08-301060

(71)Applicant : KYOWA DENSEN KK

(22)Date of filing : 25.10.1996

(72)Inventor : KUROBA TOSHIKI

UDA YOSHITO

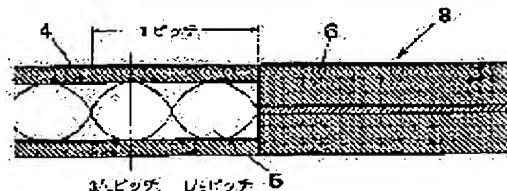
MINAMIGUCHI HIROSHI

### (54) LIGHT ATTENUATOR

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the quantity of attenuation from being changed due to the wavelength of transmitted light by arranging a convergent optical fiber piece having specific length between two single mode optical fibers and fusing and connecting both the ends of the fiber piece to the end faces of respective single mode optical fibers.

**SOLUTION:** A piece of convergent optical fiber 4 having prescribed length is arranged between two single mode optical fibers 6 and both the end faces of the piece are fused and connected to the end faces of respective fibers 6. In this case, the end faces of the fibers 4, 6 are previously smoothly cut off by a known fiber cutter or the like. Since the diameters of the fibers 4, 6 are the same, both the end faces can be easily and accurately connected by a known fusion connection machine. In the light attenuator, the length of the piece of the fiber 4 to be used is  $1/4$ ,  $3/4$  or its neighborhood. Thereby light passed through the attenuator is expanded on the convergent optical fiber piece part and about 3dB attenuation is generated.



### LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-133021

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>  
G 0 2 B 6/00

識別記号  
3 1 1

F I  
G 0 2 B 6/00

3 1 1

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-301060

(22) 出願日 平成8年(1996)10月25日

(71) 出願人 390024464

協和電線株式会社

大阪府寝屋川市楠根北町2番5号

(72) 発明者 黒羽 敏明

大阪府寝屋川市楠根北町2番5号 協和電線株式会社内

(72) 発明者 宇田 芳人

大阪府寝屋川市楠根北町2番5号 協和電線株式会社内

(72) 発明者 南口 博

大阪府寝屋川市楠根北町2番5号 協和電線株式会社内

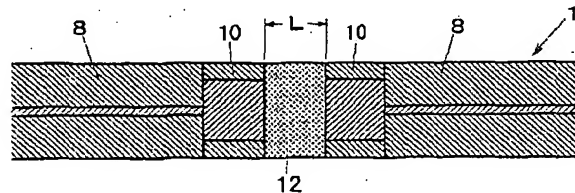
(74) 代理人 弁理士 神崎 彰夫

(54) 【発明の名称】 光減衰器

(57) 【要約】

【課題】 光減衰器において、波長が異なる光が透過した際に減衰量をほぼ一定にする。

【解決手段】 集束性光ファイバ小片をシングルモード光ファイバ2本の間に融着接続するか、または単一組成の石英ファイバをコリメート光ファイバ2本の間に融着接続する。



て a 通り

端面融着の詳細記載なし

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定長の集束性光ファイバ小片を、同軸状に対向設置する2本のシングルモード光ファイバの間に配置するとともに、該小片を各シングルモード光ファイバの端面と融着接続し、集束性光ファイバ小片の長さが1/4または3/4ピッチあるいはその近傍である光減衰器。

【請求項2】 所定長の集束性光ファイバ小片をシングルモード光ファイバの端面に融着接続したコリメート光ファイバを用い、同軸状に対向設置する2本のコリメート光ファイバの間に、短寸で同径である単一組成の石英ファイバを配置し、該石英ファイバの両端面を各集束性光ファイバ小片の端面とそれぞれ融着接続する光減衰器。

【請求項3】 集束性光ファイバ小片の長さが1/4または3/4ピッチあるいはその近傍であり、コリメート光ファイバの開き角が3°前後である請求項2に記載の光減衰器。

【請求項4】 減衰量が5 dBを超える場合に用いる光固定減衰器であって、同軸状に配置する2本のシングルモード光ファイバの間に、短寸で同径である単一組成の石英ファイバを配置し、該石英ファイバの両端面を各シングルモード光ファイバの端面とそれぞれ融着接続する光固定減衰器。

【請求項5】 中間配置する石英ファイバが中空である請求項2または4に記載の光減衰器。

【請求項6】 請求項1、2または4に記載の光減衰器を内部に設置している光コネクタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波長が異なる光が透過した際にも減衰量がほぼ一定である光減衰器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光回路では、あるデバイスに供給する光パワーを調節するために、透過する光パワー自体を減衰する光減衰器を用いる。光減衰器は、強すぎる光パワーを適当な強度に落とすための部品であり、入射パワーを一部反射または散乱させるかあるいは吸収している。光減衰器には、一定の減衰を与える光固定減衰器と、減衰量を連続的に可変にできる光可変減衰器との2つのタイプがあり、前者は光システム機器の区間損失調整用の減衰器として、後者は光システム機器の調整や光ケーブルの特性測定用部品として使用されている。

【0003】 光減衰器は、入射する光強度に減衰量が依存せず、しかも波長特性を持たないことが必要である。これらの条件を満たすために、クロムなどの金属蒸着膜を用いて所定の減衰量を得る構造が一般的に用いられている。この構造において、金属膜や減衰板を斜めに配置するのは、反射光が入力側に戻らないようにするた

めである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般的な光固定減衰器は、前記のように、斜めに切断された光ファイバの端面に金属膜を蒸着しており、入射した光パワーの一部は金属膜によって吸収し、他の一部は斜め方向に反射するけれども、反射による減衰量が比較的大きい。この光固定減衰器は、一般に減衰量の誤差率が数%あるので、誤差率がより小さいものの出現が期待されている。

【0005】 また、入射パワーを吸収する光固定減衰器として、金属をドープした光ファイバを用いたものが製造・販売されている。この光固定減衰器は、入射する光の波長によって吸収が多少異なり、例えば波長1.3  $\mu\text{m}$ と1.5  $\mu\text{m}$ では減衰量が多少相違するという欠陥がある。

【0006】 本発明は、従来の光減衰器に関する前記の問題点を改善するために提案されたものであり、光ファイバと同様の素材だけから構成することにより、使用波長帯において、透過光の波長によって減衰量が殆ど変わらない光減衰器を提供することを目的としている。本発明の他の目的は、光固定減衰器としての構成を利用して製造する光可変減衰器または光コネクタを提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る光減衰器では、所定長の集束性光ファイバ小片を用い、シングルモード光ファイバ2本を同軸状に対向設置し、該小片を2本のシングルモード光ファイバの間に配置してから、その両端面を各シングルモード光ファイバの端面と融着接続する。用いる集束性光ファイバ小片の長さは、1/4または3/4ピッチあるいはその近傍であると好ましい。

【0008】 本発明の光減衰器は、集束性光ファイバ小片をシングルモード光ファイバの端面に融着接続したコリメート光ファイバを用いてもよい。このコリメート光ファイバ2本を同軸状に対向設置し、短寸で同径の石英ファイバを2本のコリメート光ファイバの間に配置してから、該石英ファイバの両端面を各集束性光ファイバ小片の端面とそれぞれ接続する。中間の石英ファイバを集束性光ファイバ小片の端面と融着接続すれば、該石英ファイバの長さが一定である光固定減衰器となり、該石英ファイバが交換可能な接触接続にすれば、その長さが変更可能な光可変減衰器となる。

【0009】 本発明において、主として減衰量が5 dB以下である光固定減衰器では、所定長の集束性光ファイバ小片をシングルモード光ファイバの端面に融着接続したコリメート光ファイバを2本用いる。また、減衰量が5 dBを超える光固定減衰器では、同軸状に配置する2本のシングルモード光ファイバの間に、短寸で同径の石英ファイバを配置して融着接続すると好ましい。

【0010】 本発明で用いる中間の石英ファイバはコアの無い単一組成であり、透過光は石英ファイバ内を平行に直進する。本発明の光固定減衰器は、光コネクタの内部に設置されていてもよく、該光コネクタにおけるファイバ接続の位置は、シングルモード光ファイバの適宜の個所であっても、集束性光ファイバや中間の石英ファイバとの接続個所のいずれでもよい。

【0011】 この石英ファイバは中空であってもよく、中空の石英ファイバは減衰量が10 dBを超える光固定減衰器に用いると好ましい。中空の石英ファイバでは、光ファイバからの出射光角度は空気の場合と同一である。

【0012】

【発明の実施の形態】 本発明に係る光固定減衰器1～3は、図2から図4において、金属や樹脂カバーなどを除いて光ファイバ部分の要部のみを図示している。本発明に係る光減衰器3では、図2に示すように、所定長の集束性光ファイバ4の小片を2本のシングルモード光ファイバ6、6の間に配置し、該小片の両端面を各シングルモード光ファイバ6の端面と融着接続する。この際に、光ファイバ4、6は、あらかじめ公知のファイバ切断器などによって端面を平滑に切断する。光ファイバ4、6は同一径であるから、公知の融着接続機を用いて平滑な両端面を容易且つ正確に接続できる。

【0013】 集束性光ファイバ4は、通常、グレーデッドインデックス型光ファイバなどのマルチモード光ファイバである。集束性光ファイバ4は、ロッドレンズの機能を持つので、その端面からの出射光の開き角は該ファイバの長さに応じて変化し、出射光の開き角は長さの周期約0.6 mmで最小約2.5°から最大約9.5°の間で変化する。光減衰器3において、用いる集束性光ファイバ4の小片の長さが1/4または3/4ピッチあるいはその近傍であると、該光減衰器を通過する光は集束性光ファイバ小片の部分で拡がり、約3 dBの減衰を生じる。

【0014】 また、光固定減衰器1では、図1に示すように、集束性光ファイバ4をシングルモード光ファイバ6の端面に融着接続したコリメート光ファイバ8を用いる。コリメート光ファイバとは、所定の波長を有する入射光に対して出射光がほぼ平行になる光ファイバを意

味するから、出射光の開き角が可能な限り小さいことを要する。このため、本発明では、出射光の開き角が3°前後（例えば約2.5°）になるように、図1の一点鎖線の位置5で切断して集束性光ファイバ小片10の長さを1/4または3/4ピッチあるいはその近傍に定めると好ましく、これと等ピッチ間隔であれば小片10をより長くすることも可能である。

【0015】 本発明で用いるコリメート光ファイバ8は、出射光の開き角が3°前後であるのに対し、通常のコリメート光ファイバにおける出射光の開き角は0.1～0.2°であるから、該光ファイバ8は実質的にはセミコリメータに相当する。2本のコリメート光ファイバ8、8では、その端面間の空間距離が大きくなるほど接続損失が増大するけれども、出射光の開き角が数度程度であると、端面間の空間距離の増加に対して接続損失の応答性が良くなるので、この構造を光減衰器に利用することが可能となる（図6参照）。これに対し、通常のシングルモード光ファイバ6では出射光の開き角は約10°である。

【0016】 図3に示すように、光固定減衰器1において、コリメート光ファイバ8、8を同軸状に対向設置し、短寸で同径の石英ファイバ12をコリメート光ファイバ8、8の間に配置してから、該石英ファイバの両端面を各集束性光ファイバ小片の端面とそれぞれ融着接続する。石英ファイバ12の長さは、コリメート光ファイバ8、8の端面間の空間距離（つまり図3および図6におけるコリメータ間隔L）に相当する。この石英ファイバが、図5に示すように中空である場合、中空の石英ファイバ13の外径は125 μm、中空内径は10～50 μmであると好ましい。

【0017】 下記の表1は、コリメート光ファイバ8、8の端面間の空間距離Lによる接続損失を測定した結果である。この実験では、コリメート光ファイバ8における集束性光ファイバ4として比屈折率差1%のグレーデッドインデックス型光ファイバを用い、その小片10の長さは0.27 mmである。比較のために、シングルモード光ファイバ6、6の端面間の空間距離L'による接続損失も測定する（図4参照）。

【0018】

【表1】

空間距離 (mm)	接続損失 (dB)	
	コリメータ間隔 (L)	光ファイバ間隔 (L')
0.0	0.0	0.0
0.2	1.1	6.0
0.4	2.9	10.3
0.5	3.8	13.7
0.7	5.1	15.9
0.9	6.5	17.8
1.1	7.6	19.3
1.3	8.5	20.6
1.4	9.3	21.2
2.0	11.9	27.0

【0019】 図6のグラフは、上記の表1の測定値に基づいて作成している。この実験結果から明らかなように、コリメート光ファイバ8、8を用いる光固定減衰器1（図3）は、所定の長さの空間距離Lに応じて接続損失が顕著に変化するので、減衰量を1～10 dBに定める場合に適している。光固定減衰器1は、出射光の開き角を利用しているため、減衰量が10 dBを超えると顕著な減衰量変化を得にくくなる。

【0020】 また、空間距離LまたはL'の位置に単一構造の石英ファイバが存在すると、光ファイバ6または8からの出射光角度が空気の場合に比べて小さくなるので、減衰量が5 dBを超える場合には、シングルモード光ファイバ6、6を用いる光固定減衰器2（図4）が使用可能である。減衰量が10 dBを超える場合には、図5に示すように、中空の石英ファイバ13およびシングルモード光ファイバ6、6を用いる光固定減衰器5が適している。

【0021】 得た光固定減衰器1～3は、適当な個所で切断して、その切断部分をフェルール30（図9）やシリコンチップの中に挿入し、接着剤などで固定してから端面を研磨すると、FC形やSC形などの光コネクタ34（図9）を得ることができる。この切断箇所は、図9に例示するようにシングルモード光ファイバ6の部分であっても、前記の融着接続すべき箇所を融着せずに利用してもよい。光固定減衰器1または2において、シングルモード光ファイバ6、6の一方または両方をビッグテイル状に延ばしていてもよい。

【0022】 図7に示すコリメート光ファイバテープ14では、多心の集束性光ファイバテープ16の端面を多心のシングルモード光ファイバテープ18の端面に一体的に融着接続し、該テープ16を所定長さの位置22で平滑に切断して多心のテープ小片20を形成する。多心の光固定減衰器を得るには、2組のコリメート光ファイバテープ14、14を同軸状に対向設置し、短寸で同

径の多心石英ファイバ（図示しない）をテープ14、14の間に配置し、該石英ファイバの両端面を集束性光ファイバ小片を介して多数のシングルモード光ファイバ24とそれぞれ融着接続する。

【0023】 また、コリメート光ファイバが多心の光ファイバテープ14である場合、図8に示すように、石英ファイバ25を一方のコリメート光ファイバテープ14に融着接続してから、各コリメート光ファイバの端面を多心フェルール26や溝形シリコンチップのV溝に挿入し、エポキシ樹脂のような接着剤で固定してから端面を研磨してプラグ27に取り付け、FC形やSC形などの光コネクタ28を得ることができる。

【0024】 光コネクタ28では、一方のフェルール26で固定したコリメート光ファイバの端面は、石英ファイバ25を介して、他方のフェルール26で固定したコリメート光ファイバの端面と接触接続している。図示しないけれども、光コネクタにおいて、集束性光ファイバ小片を融着接続したシングルモード光ファイバの端面をそれぞれフェルールに固着し、各フェルールをプラグに収納するとともに、スリーブを内蔵する中間アダプタ（図9の図番29参照）に石英ファイバを取り付けてもよい。この場合には、石英ファイバの両端面と各集束性光ファイバの端面とが接触接続することになる。

【0025】 図9に示す光コネクタ34では、一方の円筒形フェルール30の中に光固定減衰器のファイバ構造部分を収納している。このファイバ構造部分は、円筒形フェルール30の中に挿入され、次に接着剤で固定してから、シングルモード光ファイバの端面を常法によって研磨する。フェルール30、30をそれぞれプラグ32に固着すると、FC形コネクタ34を得る。光コネクタ28、34は、金属クリップ（図示しない）などで全体を固定すればよい。

【0026】

【実施例】次に、本発明を実施例に基づいて説明する

が、本発明は実施例に限定されるものではない。

#### 実施例 1

1/4ピッチに相当する長さ0.273mmの集束性光ファイバ4（コア径50 $\mu$ m、クラッド径125 $\mu$ m）を用い、さらに長さが1mである波長1.3 $\mu$ m用のシングルモード光ファイバ6（クラッド径125 $\mu$ m）を2本用意する。図2に示すように、シングルモード光ファイバ6、6を同軸状に対向させ、集束性光ファイバ4の小片を2本のシングルモード光ファイバ6、6の間に配置してから、該小片の両端面を各シングルモード光ファイバ6の端面とそれぞれ融着接続する。

【0027】 得た光固定減衰器3について、波長が1.3mmと1.55mmである半導体レーザ光を入射して接続損失を測定する。この結果、いずれの波長においても接続損失は3dBであり、両波長とも接続損失が非常によく一致する。

#### 【0028】 実施例 2

単心のコリメート光ファイバ8として、波長1.3 $\mu$ m用のシングルモード光ファイバ6（クラッド径125 $\mu$ m）を用いる。長さが1mであるシングルモード光ファイバ6の端面に、長さ0.273mmの集束性光ファイバ4（コア径50 $\mu$ m、クラッド径125 $\mu$ m）を融着接続し、これを2本用意する。

【0029】 図3に示すように、集束性光ファイバ小片6を内側に向けて、コリメート光ファイバ8、8を同軸状に対向させ、長さ1.0mmで径125 $\mu$ mの石英ファイバ12をコリメート光ファイバ8、8の間に配置してから、該石英ファイバの両端面を各集束性光ファイバ小片20の端面とそれぞれ融着接続する。

【0030】 得た光固定減衰器1について、波長が1.3mmと1.55mmである半導体レーザ光を入射して接続損失を測定する。この結果、いずれの波長においても接続損失は1.5dBであり、両波長とも接続損失が非常によく一致する。

#### 【0031】 実施例 3

長さ1.0mmの石英ファイバ12を用い、実施例1と同様に製造したものを中間部から約5mmずらした個所で切断し、片側には1mのシングルモード光ファイバ6を残す。それぞれの切断部分を円筒形フェルル30

（図9）の中に挿入し、接着剤で固定してから端面を常法によって研磨する。フェルル30をそれぞれプラグ32に固着してFC形コネクタ34を得る。

【0032】 得た光コネクタ34について、波長が1.3mmと1.55mmである半導体レーザ光を入射して接続損失を測定する。この結果、いずれの波長においても、接続損失は7.5dBであった。

#### 【0033】 実施例 4

減衰量10dB以上の光固定減衰器用として、長さが1mである波長1.3 $\mu$ m用のシングルモード光ファイバ（クラッド径125 $\mu$ m）の端面に、長さ1.2mmで

径125 $\mu$ mの中空石英ファイバ13（中空径30 $\mu$ m）を融着接続する。さらに石英ファイバの端面に、長さが1mである波長1.3 $\mu$ m用のシングルモード光ファイバ（クラッド径125 $\mu$ m）を融着接続する。

【0034】 得た光固定減衰器について、波長が1.3mmと1.55mmである半導体レーザ光を入射して接続損失を測定する。この結果、波長が1.3mmで接続損失は19.9dB、波長が1.55mmで接続損失は20.0dBであり、両波長とも接続損失がよく一致する。

#### 【0035】

【発明の効果】 本発明に係る光減衰器は、光ファイバと同様のガラス素材から構成することにより、入射パワーを吸収しても反射することが少なく、使用波長帯において透過光の波長によって減衰量が変わらず、波長が異なる光が透過した際でも減衰量は常にほぼ一定である。本発明の光減衰器は、金属をドープした光ファイバを用いた光固定減衰器に比べて、入射する光の波長によって吸収が異なることがなく、波長1.3 $\mu$ mと1.5 $\mu$ mでも減衰量が殆ど一致している。

【0036】 また、本発明の光減衰器は、連続の光ファイバ構造であってピグテイル形にもレセプタクル形にも適用でき、各種の光コネクタに組み込むことも容易である。したがって、本発明の光減衰器は、光回路において種々の光システム機器の区間損失を調整したり、測定用部品として光システム機器の調整や光ケーブルの特性測定のために使用できる。

【0037】 本発明の光固定減衰器では、コリメート光ファイバの端面間またはシングルモード光ファイバの端面間の空間距離によって接続損失を調整するため、減衰量を3dB、6dB、10dB、20dBなどに調整しやすく、微調整用とすることも簡単である。この結果、本発明の光固定減衰器は、金属をドープした光ファイバを用いたり、斜めに切断された光ファイバの端面に金属膜を蒸着するよりも製造が容易であり、特殊で高価な素材を使用しないので安価に製造することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 集束性光ファイバの端面をシングルモード光ファイバの端面に融着接続したコリメート光ファイバを示す拡大断面図であり、集束性光ファイバのコア部において光の伝播を模式的に示している。

【図2】 本発明の光固定減衰器の要部を示す拡大断面図である。

【図3】 本発明の変形例の要部を示す拡大断面図である。

【図4】 減衰量が5dBを超える場合に用いる本発明の別の変形例を示す拡大断面図である。

【図5】 減衰量が10dBを超える場合に用いる本発明のさらに別の変形例を示す拡大断面図である。

【図6】 コリメート光ファイバの端面間およびシング

ルモード光ファイバの端面間について、その空間距離に対する接続損失を示すグラフである。

【図7】 本発明の変形例であって、多心のコリメート光ファイバテープを示す概略斜視図である。

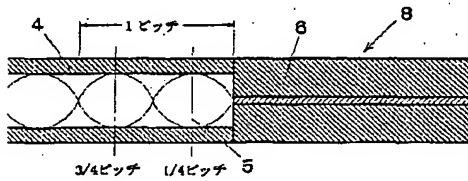
【図8】 本発明の光コネクタの一例を示す概略断面図である。

【図9】 光コネクタの変形例を示す概略断面図である。

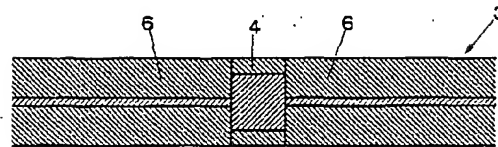
【符号の説明】

- 1, 2, 3 光固定減衰器
- 4 集束性光ファイバ
- 6 シングルモード光ファイバ
- 8 コリメート光ファイバ
- 10 集束性光ファイバ小片
- 12 石英ファイバ

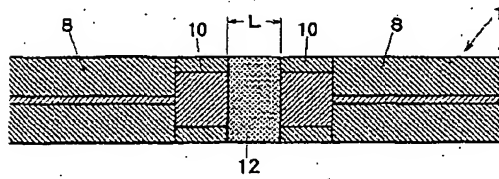
【図1】



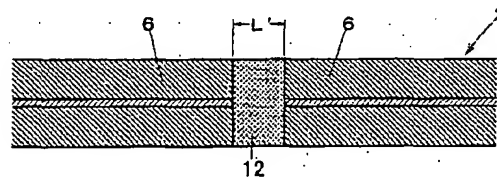
【図2】



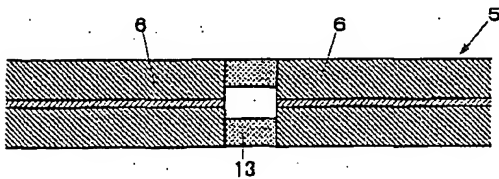
【図3】



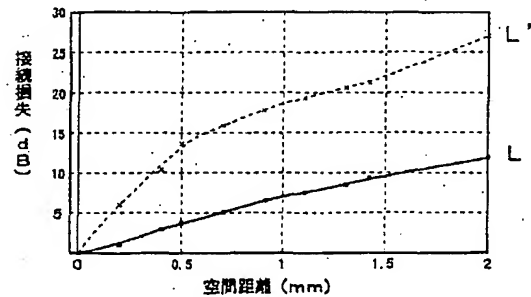
【図4】



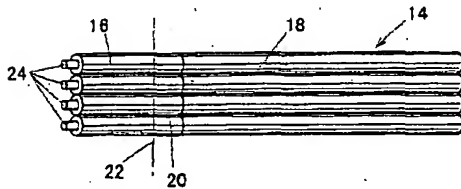
【図5】



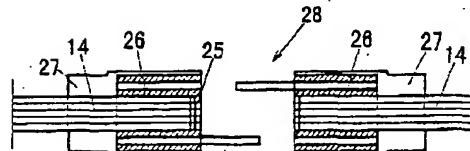
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

